Heinrich Rudolf Hertz

PLANCK, MAX KARL ERNST LUD


UNIVERSITY OF WISCONSIN
LIBRARY

HEINRICH RUDOLF HERTZ

REDE

ZU SEINEM GEDÄCHTNISS

IN DER SITZUNG DER PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT
ZU BERLIN AM 16. FEBRUAR 1894

GEHALTEN

VON

MAX PLANCK



LEIPZIG
JOHANN AMBROSIUS BARTH (ARTHUR MEINER)
1894

HEINRICH RUDOLF HERTZ

REDE

ZU SEINEM GEDÄCHTNISS

IN DER SITZUNG DER PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT
ZU BERLIN AM 16. FEBRUAR 1894

GEHALTEN

VON

MAX PLANCK



LEIPZIG
JOHANN AMBROSIUS BARTH (ARTHUR MEINER)
1894

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Das junge Jahr hat mit einem Trauerfall begonnen, dessen erschütternde Tragik mit elementarer Gewalt bis weit über die Kreise der physikalischen Wissenschaft hinaus gedrungen ist. Noch an der Schwelle des reiferen Mannesalters ist HEINRICH HERTZ mitten aus rastloser Arbeit und grossen Plänen heraus, nach einem von fast beispiellosen Erfolgen gekrönten Wirken, einer heimtückischen Krankheit zum Opfer gefallen und mit ihm einer der Führer unserer Wissenschaft, ein Stolz und eine Hoffnung der Nation, zu Grabe getragen worden.

Die physikalische Gesellschaft trauert nicht blos um den Gelehrten, sie besitzt an ihm nähere Rechte persönlicher Art. Oft hat er an dieser Stelle das Wort ergriffen, oft auf den Gang unserer Debatten klärend und anregend eingewirkt, kaum eine Arbeit erschien von ihm während seiner hiesigen Periode, ohne dass er sie vorher hier in engerem Kreise besprochen hätte, und auch nachdem er Berlin dauernd verlassen, ist er als auswärtiges Mitglied der Gesellschaft treu geblieben. Der Schlichtheit und Geradheit seines äusseren Auftretens entspricht sein ganzer Lebensgang. Geboren am 22. Februar 1857 in Hamburg als der älteste Sohn des damaligen Rechtsanwaltes, jetzigen Senators und Chefs der Justizverwaltung, empfing HEINRICH RUDOLF HERTZ, nach der in Hamburg üblichen Sitte, seinen ersten Unterricht in einer Privatbürgerschule, trat dann aber später in die Prima der Hamburger Gelehrtenschule, des Johanneums, ein. Schon als Knabe zeigte er neben einem erstaunlichen Gedächtniss vielseitige Anlagen, namentlich nach der naturwissenschaftlichen und technischen Seite hin. Eine Lieblingsbeschäftigung war ihm, an der Hobelbank oder der Drehbank zu arbeiten, wo er sich allerlei Instrumente zum Privatgebrauch anfertigte, so z. B. ein vollständiges Spectroskop. Daneben zeichnete und malte er gern, trieb auch etwas Botanik.

Sehr bald warf er sich, wie wohl jeder selbstständig aufstrebende Jünger der exacten Forschung, auf die höchsten Probleme der Astronomie, Physik und Mathematik, worin er natürlich seinen Mitschülern weit voraus war. Aber auch auf anderen Gebieten, namentlich dem der Sprachwissenschaften, war ausgesprochenes Talent und auch Neigung vorhanden. Seinen klassischen Studien oblag er mit grossem Eifer, er konnte noch in späteren Jahren Seiten lang aus dem Homer oder aus den griechischen Tragikern frei recitiren. Ja, im Sanskrit und im Arabischen, das er in seinem Wissensdurst auch zu erlernen begonnen, brachte er es schliesslich so weit, dass sein Privatlehrer dem Vater ernstlich zuredete, ihn Sprachwissenschaften studiren zu lassen, er werde gewiss in diesem Fache einmal Hervorragendes leisten. Doch mit allen diesen Daten wäre seine Persönlichkeit nur halb geschildert, wollte man nicht gleich die andere Seite, das ganz besonders lebhaft ausgesprochene Pflichtgefühl, hinzufügen, das unseren Hertz von Kindheit auf auszeichnete, und in dessen Vereinigung mit seinen hohen geistigen Anlagen, gewürzt durch eine Gabe glücklichen Humors, eine nothwendige Vorbedingung für die Ausgestaltung seines späteren Lebens zu suchen ist.

Als er Ostern 1875 das Gymnasium mit dem Zeugniss der Reife verlassen hatte, ging er zunächst, in der Absicht, sich dem Ingenieurfach zu widmen, nach Frankfurt a. M., wo er als Volontär beim städtischen Bauamt am Bau der neuen Mainbrücke arbeitete, studirte dann ein Semester am Polytechnikum zu Dresden und diente hierauf in Berlin sein Einjährig-Freiwilligen-Jahr im Eisenbahnregiment ab. Im Herbst 1877 konnte er seine Studien fortsetzen und zwar zunächst in München. Hier war es, wo er durch den Uebertritt zur Universität sich endgültig für die reine Wissenschaft entschied; nicht, als ob es ihm vorher an hinreichender Neigung dazu gefehlt hätte — aus derselben hat er zu keiner Zeit ein Hehl gemacht —, sondern weil er früher, noch nicht im Besitze des gehörigen Ueberblicks, seine Fähigkeiten in dieser Richtung unterschätzt hatte.

Die letzten, fruchtbringendsten Jahre seiner Studienzeit brachte er in Berlin zu. Hier hat in erster Linie Hermann von Helmholtz, in zweiter Gustav Kirchhoff durch Beispiel

und Lehre eine nachhaltige, bis ins einzelne gehende Wirkung auf sein wissenschaftliches Denken ausgeübt, wofür er diesen Männern zeitlebens eine überaus warme Anhänglichkeit entgegenbrachte. Seine erste grössere Arbeit, die er in diesem, damals neu erbauten Institut ausführte, wurde angeregt durch eine von der philosophischen Facultät für das Jahr 1879 gestellte Preisaufgabe und nach ihrer Vollendung auch mit dem Preise gekrönt. Sie betraf die experimentelle Untersuchung einer etwaigen lebendigen Kraft der im galvanischen Strom bewegten Electricitätsmassen. Eignet man sich die Anschauung von Wilhelm Weber an, dass im electrischen Strom zwei feine aber doch träge Fluida, die positive und die negative Electricität, mit gleich grosser Geschwindigkeit und gleicher Dichte nach entgegengesetzten Richtungen fliessen, so ergiebt die lebendige Kraft dieser Bewegung für jeden Strom einen Ausdruck, welcher als Zusatzglied zu der electrokinetischen Energie, die durch das Eigenpotential bestimmt wird, hinzutritt und daher denselben Effect hat, als ob der aus jenem Potential zu berechnende Selbstinductionscoefficient um ein constantes Glied vergrössert wäre. Hertz gelang es nun, durch die Messung der Extraströme, die in zwei dicht nebeneinanderhinlaufenden Drähten auftreten, wenn sie einmal in gleichem, einmal in entgegengesetztem Sinne vom primären Strom durchflossen werden, den Nachweis zu führen, dass die fragliche lebendige Kraft der bewegten Electricitäten, falls sie überhaupt von Null verschieden ist, jedenfalls kleiner sein muss, als eine bestimmte angegebene sehr kleine Grösse. Allerdings musste er vorläufig diesen Satz noch mit dem Vorbehalte versehen, dass die Dichte der electrischen Fluida nicht gerade proportional ist der specifischen Leitungsfähigkeit des benutzten metallischen Leiters. Denn seine Versuchsanordnung (Wheatstone'sche Brücke) war so gewählt, dass, wenn gerade dieses specielle Gesetz gelten würde, eine etwaige Trägheit der bewegten Electricität sich in den Messungen gar nicht hätte geltend machen können. Er behielt deshalb den Gegenstand noch weiter im Auge und konnte in der That bald darauf durch Benutzung einer vortheilhafteren Methode nicht nur diese Beschränkung aufheben, sondern jene obere Grenze noch erheblich herabdrücken. Er liess nämlich eine horizon-

tale Metallplatte um eine verticale Axe rotiren und einen constanten Strom in zwei festen Punkten ein- und austreten. Besässe nun die strömende Electricität die geringste Trägheit, so müsste dieselbe in einer seitlichen Verschiebung der Stromlinien zum Ausdruck kommen. Eine solche konnte aber nicht nachgewiesen werden. Von der Kleinheit der jetzt gefundenen Grenze macht man sich eine Vorstellung, wenn man die Verhältnisse in einem Electrolyten zum Vergleich nimmt. Hier ist der electrische Strom mit dem Transport von Materie verbunden, die Geschwindigkeit der Ionen ist allerdings sehr klein, und ihre lebendige Kraft, als proportional den bewegten Massen und dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit, ebenfalls; und dennoch ist diese leicht berechenbare lebendige Kraft noch sehr gross gegen die der Electricität selber, sodass die Trägheit der Electricität gegen die der Ionen jedenfalls zu vernachlässigen ist.

Im März 1880 promovirte Hertz mit einer theoretischen Dissertation über die Induction in rotirenden leitenden Kugeln oder Hohlkugeln zwischen Magneten. Er löste die aus der Neumann'schen Theorie abgeleiteten Differentialgleichungen des Problems mittelst Zerlegung des inducirenden Potentials nach Kugelfunctionen. Bei geringen Drehgeschwindigkeiten kann von der Selbstinduction ganz abgesehen werden; bei grossen Drehgeschwindigkeiten wird die Selbstinduction aber so stark, dass die Strömung in den inneren Schichten ganz verschwindet und sich auf die oberflächlichen Theile des Leiters zurückzieht. — Gewissermaassen als Seitenstück zu dieser Arbeit erscheint die bald darauf von ihm, damals schon Assistent am physikalischen Institut, publicirte, ebenfalls wesentlich theoretische Untersuchung der Vertheilung der Electricität auf der Oberfläche bewegter Leiter, namentlich rotirender Kugeln. Hier erfolgt die Drehung nicht im magnetischen, sondern im electrostatischen Felde. Die resultirenden Erscheinungen sind im wesentlichen bedingt durch das Verhältniss des electrostatisch gemessenen specifischen Widerstandes des Leiters zur Umdrehungszeit (bekanntlich eine reine Zahl). Beide Grenzfälle werden in der Natur verwirklicht. Bei Metallen ist der Widerstand unendlich klein, bei guten Isolatoren unendlich gross gegen die Umdrehungszeit. In diesen beiden speciellen Fällen kann

keine Dämpfung der Drehung eintreten: im ersten, weil das Potential innerhalb des Metalls immer constant ist und die Ströme daher keine merkliche Spannung besitzen, im zweiten, weil gar kein Strom zu Stande kommt. Im allgemeinen aber wird Dämpfung stattfinden, weil dadurch, dass die Electricität im Leiter immer neuen Anordnungen zustrebt, Ströme bedingt werden, die JOULE'sche Wärme erzeugen. Er liess daher eine horizontale Nadel, die an den Enden horizontale Messingplättchen trug, horizontale Torsionsschwingungen dicht über einer schlecht leitenden horizontalen Glasplatte ausführen und erhielt in der That eine sehr merkliche Vergrösserung der Dämpfung in dem Momente, wo er die Plättchen electrostatisch lud.

Weniger positive Resultate ergab eine Arbeit, die HERTZ bald darauf über die Verdunstung von Quecksilber im leeren Raum ausführte. Er liess erhitztes Quecksilber durch ein Vacuum überdestilliren in eine Vorlage von constanter tiefer Temperatur, etwa 0°. Es kam ihm darauf an, die Geschwindigkeit der Verdunstung als bestimmte Function der Temperatur der Flüssigkeitsoberfläche und des Dampfdruckes hinzustellen. Die vollständige Durchführung dieser Absicht scheiterte aber an den complicirten Verhältnissen des Vorganges und der dadurch bedingten Schwierigkeit der Messungen, sowohl der Temperatur als auch des Druckes. Um nur eins zu erwähnen: er hatte anfangs vermuthet, der Druck des überdestillirenden Quecksilberdampfes sei im ganzen Raume gleich dem des gesättigten Dampfes an der kältesten Stelle des Raumes, also bei 0° — ein Resultat, das ja zweifellos dann gelten müsste, wenn der Druck überall der nämliche wäre. Aber die nähere Beobachtung lehrte, dass diese Voraussetzung auch nicht annähernd erfüllt ist. Ebenso zeigt die Temperatur in der Nähe der verdunstenden Fläche starke örtliche Veränderlichkeit, entsprechend der dort stattfindenden Wärmeabsorption. Schliesslich begnügte er sich damit, bestimmte Grenzwerthe festzulegen, zwischen denen die wirklichen Erscheinungen sich abspielen. Doch hat er bei dieser Gelegenheit auch eine für die Quecksilberluftpumpe wichtige Berechnung der Spannkraft des gesättigten Quecksilberdampfes bei tieferen Temperaturen aus den allgemeinen Grundsätzen der Thermodynamik durchgeführt.

Um dieselbe Zeit wandte er sich auch Problemen der Elasticitätstheorie zu, zunächst mit einer Arbeit über die Berührung fester elastischer Körper. Er zeigte, dass die Theorie alle Bedingungen des Gleichgewichts in zwei aneinander gepressten elastischen Körpern, sowohl die Deformationen als auch die Spannungen, vollständig bestimmt, dass speciell die Berührungsfläche, eine kleine Fläche zweiten Grades, die von ihm sogenannte Druckfläche, begrenzt wird von einer Ellipse, deren Dimensionen wachsen wie die Kubikwurzel aus der Kraft, mit der die Körper gegeneinander drücken. Hieran schlossen sich ähnliche Arbeiten, von denen noch eine genannt werden möge, die eine Definition der Härte eines Körpers enthält. Es wird nämlich als Maass der Härte derjenige normale Druck vorgeschlagen, welcher im Mittelpunkt einer kreisförmigen Druckfläche des Körpers herrscht, wenn eben die Elasticitätsgrenze erreicht ist. Allerdings leidet diese Definition an derselben Unsicherheit, welche der Bestimmung einer Elasticitätsgrenze überhaupt anhaftet.

Nicht lange aber, so trieb es ihn wieder zu Experimenten auf seinem Lieblingsgebiet zurück, in dem er mit Recht noch den ergiebigsten Boden dafür vermuthete, diesmal über Entladungsvorgänge. Es war ihm eine eigenthümliche Erscheinung beim Ueberschlagen des Funkens durch mässig verdünnte trockene Luft aufgefallen, die sich indess bei näherer Untersuchung nur als die mechanische Fortschleuderung einer leuchtenden Gaswolke erwies. Ausführlicher untersuchte er die Vorgänge bei der Glimmentladung durch eine constante Batterie. Die erste Frage war die: Ist die Glimmentladung immer disruptiv, wie dies ja auch bei constanten Batterien für viele Fälle als unzweifelhaft festgestellt ist, oder ist sie manchmal auch streng continuirlich? Durch Anwendung immer feinerer Prüfungsmethoden konnte er schliesslich den Nachweis führen, dass es Glimmentladungen gibt, die, wenn sie disruptiv sind, mindestens zwei Billionen Entladungsschläge in der Secunde liefern, sodass alle Gründe der Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, sie als vollkommen continuirlich anzusehen. Eine zweite Frage betrifft das Kathodenlicht: Bezeichnen die Kathodenstrahlen die Bahn des Stromes? hat überhaupt der Strom direct etwas mit den Kathodenstrahlen zu thun? und wenn nicht, wie ver-

laufen die Stromlinien, d. h. die Linien der eigentlichen Entladung? Der erste Theil der Frage, der durch die bekannte Wirkung eines Magneten auf die Kathodenstrahlen einigermaassen nahegelegt schien, musste nach allen verschiedenartigen Versuchen verneint werden, und nachdem sich ferner herausgestellt hatte, dass wohl ein Magnet auf die Kathodenstrahlen, nicht aber umgekehrt die Kathodenstrahlen auf einen Magnet wirken, konnte er die Lage der Stromlinien durch Absuchen des Entladungsfeldes mit einer kleinen Magnetnadel in speciellen Fällen feststellen. Dieselben wichen sichtlich von den Kathodenstrahlen ab, standen sogar stellenweise senkrecht darauf. Hiernach sind Stromlinien und Kathodenstrahlen von vornherein gänzlich unabhängig voneinander, und die Einwirkung eines Magneten auf die Kathodenstrahlen ist nicht dem Hall'schen Phänomen, sondern etwa der magnetischen Drehung der Polarisationsebene des Lichtes zu vergleichen.

Zu erwähnen sind aus der Berliner Zeit schliesslich noch einige kleinere experimentelle Arbeiten, mit denen er sich gelegentlich beschäftigte, so die Construction eines Hygrometers, dessen Princip auf der Gewichtszunahme beruht, die Chlorcalcium durch Wasserdampfabsorption erfährt, ferner eines Electrodynamometers, welches die Intensität eines Wechselstromes durch die thermische Ausdehnung eines vom Strom durchflossenen Silberdrahtes mittelst einer Torsionsvorrichtung misst, und welches er zu seinen Versuchen über Glimmentladung benutzte, endlich eine Untersuchung über das Verhalten des Benzins als Isolator und als Rückstandsbildner. Mit Rücksicht auf die neuere Ansicht, dass die Rückstandsbildung einer Substanz immer auf mangelnde Homogenität im Innern zurückzuführen ist, kam es ihm darauf an, einen unzweifelhaft homogenen Körper ausfindig zu machen, der trotzdem Rückstandsbildung zeigt. Das käuflich reine Benzin, welches er zu diesem Zwecke für geeignet hielt, genügte diesen Anforderungen aber nicht; denn solange es einen merklichen Rückstand zeigte, erwies es sich als verunreinigt. Später im Strassburger Laboratorium von Leo Arons ausgeführte Versuche haben es bekanntlich höchst wahrscheinlich gemacht, dass die Rückstandsbildung im Innern einer Substanz in der That in allen Fällen von mangelnder Homogenität herrührt,

nämlich von der örtlichen Veränderlichkeit des Verhältnisses zwischen Leitungsfähigkeit und Dielectricitätsconstante.

Eine jede der bis jetzt beschriebenen, in einem Zeitraum von 3 bis 4 Jahren vollendeten Arbeiten lässt, auch da, wo die gewonnenen Resultate dem dafür aufgewandten Scharfsinn und Fleiss nicht entsprechen, neben der enormen Arbeitskraft den Ideenreichthum und die gründliche Schulung, vor allem aber die besonnene Selbstkritik des Verfassers in vollem Lichte erkennen, sodass ihr Studium auch heute jedem jungen Physiker Anregung und Belehrung gewähren wird. Bemerkenswerth ist dabei, dass sich viele der hier von ihm erhaltenen Sätze in eine negative Form kleiden lassen: „es gibt keine lebendige Kraft der bewegten Electricität, die Glimmentladung ist nicht immer discontinuirlich, die Kathodenstrahlen bezeichnen nicht den Gang des Stromes“ etc. Es zeigt sich hieraus, dass es ihm zunächst durchaus nicht sowohl darauf ankam, durch Aufdeckung neuer, überraschender Thatsachen äussere Erfolge zu erringen — in vielen Fällen liessen sich sogar die Resultate, auf Grund früherer Erfahrungen, einigermaassen voraussehen —, sondern vielmehr darauf, sich selber durch allseitig einwurfsfreie und dabei doch möglichst weitführende Methoden die nöthige Klarheit und damit eine zweckmässige Vorstellung von dem Wesen der betreffenden Vorgänge zu verschaffen. Damit hängt zusammen, dass er sich nie mit der Aufstellung der einfachen Behauptungen begnügte, sondern stets durch Bestimmung von Grenzwerthen feststellte, bis zu welchem Grade die Behauptung durch seine nach den verschiedensten Richtungen hin mit aller nöthigen Musse variirten Versuche gerechtfertigt wurde, und gerade dies charakterisirt den wissenschaftlichen Experimentator. Es ist ja sehr viel bequemer und klingt sogar besser, einen Satz ohne Angabe von Grenzen einfach als allgemein gültig hinzustellen, indem man sich die Verfügung über die Grenzen stillschweigend für spätere Eventualitäten vorbehält. Das hat Hertz nie gethan, er hat sich nie gescheut, solche Grenzberechnungen anzustellen, die unter Umständen wegen der vielen in Betracht zu ziehenden verschiedenartigen Einflüsse sowohl physikalisch als auch mathematisch schwer durchzuführen sind und den ganzen Weitblick eines allseitig geschulten Physikers erfordern.

Im Jahre 1883 habilitirte sich Hertz an der Universität Kiel und erhielt gleichzeitig einen Lehrauftrag für theoretische Physik. Hierdurch und infolge der weniger bequemen Gelegenheit zum Experimentiren wurde für eine Zeit lang sein Streben mehr in theoretische Bahnen gelenkt. Mochten es die stets wechselnden, dem Physiker unaufhörlich Probleme stellenden Eindrücke des schönen Kieler Hafens sein, auf dem er in einem heiteren Kreise gleichalteriger Collegen sich häufig dem Vergnügen der Spazierfahrten mit dem Dampf- oder Segelboot hingab, mochte ihn sein innerer Drang nach Einheit der Naturauffassung zur Anwendung der im Laboratorium gemachten Studien auf die grosse Natur reizen, jedenfalls begann er, sich um diese Zeit eifriger mit meteorologischen Studien zu beschäftigen. Schon früher hatte er einmal gelegentlich die flutherregende Wirkung der Gestirne untersucht, jetzt arbeitete er eine graphische Methode zur Bestimmung der adiabatischen Ausdehnung feuchter Luft aus. Man erhält offenbar hier zwei Arten von Curven, durch deren Aufzeichnung sich ein guter Ueberblick über die genannten Veränderungen gewinnen lässt: denn solange die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, erfolgt die adiabatische Ausdehnung nahezu wie bei einem vollkommenen Gase, auf einer Curve der ersten Art, bis zu dem Augenblick, wo Sättigung eintritt. Von da ab bleibt bei weiterer Ausdehnung die Luft immer gerade gesättigt, indem sich ein entsprechendes Quantum Dampf niederschlägt, dabei Wärme entwickelt und so eine Zustandsänderung bewirkt, die durch eine Curve der zweiten Art dargestellt wird.

Von Kiel aus veröffentlichte er auch die hauptsächlich schon in Berlin angestellten Studien über das Gleichgewicht einer schwimmenden elastischen Platte, z. B. einer Eisscholle auf Wasser, die in ihrer Mitte ein Gewicht trägt — ein Problem, das in mehrfacher Beziehung Interesse darbietet. Die vollständige Lösung dieser Aufgabe auf Grund der allgemeinen Gleichungen der Elasticitätstheorie lehrt u. a. Folgendes: Ist die Platte unendlich ausgedehnt, so verursacht das Gewicht in der Mitte eine elastische Einsenkung, ringsherum ein Ansteigen, aber nicht ein allmähliches bis zum normalen Niveau, sondern merkwürdigerweise periodische Hebungen und Sen-

kungen, deren Höhen allerdings nach aussen schnell abnehmen. Noch merkwürdiger ist, dass der durch die Höhlung bewirkte Auftrieb des Wassers immer gerade gleich dem belastenden Gewicht ist, unabhängig von der Dicke und dem specifischen Gewicht der Platte. Also eine grosse Eisscholle trägt jedes in ihrer Mitte befindliche Gewicht, wenn sie auch noch so dünn ist, sobald die Elasticitätsgrenze nicht überschritten wird, d. h. die Grenze der Tragfähigkeit wird nicht durch die Leichtigkeit, sondern durch die Festigkeit des Eises bedingt. Geradezu paradox klingen aber die Folgerungen, wenn man begrenzte Platten voraussetzt. Eine begrenzte Platte, die specifisch schwerer ist als Wasser, wird natürlich untersinken, wenn sie horizontal auf eine Wasserfläche gelegt wird. Belastet man sie aber hinlänglich in der Mitte, so wird sie vermöge der Einbiegung schwimmen, und zwar desto sicherer, je grösser die Last ist; wenn sie nur nicht durchbricht. Nimmt man die Last allmählich wieder fort, so wird die Schwimmfähigkeit immer geringer, und bei einer gewissen Grenze versinkt die Platte mit dem Reste der Last.

In dieser Weise ging er jeder einmal aufgeworfenen Frage nach bis zu ihrer vollständigen Erledigung. Mathematische Schwierigkeiten schreckten ihn dabei niemals ab, er pflegte das sogar principiell für unzulässig zu erklären. Ein physikalisches Problem muss eben zuerst durch Weglassung aller nebensächlichen Complicationen, die nur die mathematische Behandlung erschweren, auf seine reinste, einfachste Form gebracht werden. „Mathematisch geht alles“, sagte er, „wenn man es nur richtig anfasst“. Um das zu können, muss man freilich nicht nur Mathematiker, sondern auch Physiker sein. Brachte ihn dann die Analyse auf ein Resultat, dass ihm unerwartet war oder mit bestehenden Anschauungen in Widerspruch trat, so zögerte er keinen Augenblick, die logischen Consequenzen als die allein berechtigten anzuerkennen und die Anschauungen danach umzuformen. Anders, wenn das Resultat der Rechnung mit einer Thatsache in Conflict gerieth. Hertz war die Ueberzeugung von der Uebereinstimmung der Gesetze der Natur mit denen der menschlichen Logik viel zu sehr Lebensbedürfniss geworden, als dass ein solcher Fall ihn nicht in das grösste Unbehagen versetzt hätte. Dann konnte es kommen,

dass er sich Stunden lang ganz und gar von der Aussenwelt abschloss, ganz in seine Gedanken versunken, etwa ein Melodie pfeifend auf- und abging, bis endlich der Fehler gefunden und er wieder mit seinem Gewissen im Reinen war.

In derselben Zeit begann er auch wieder die Electrodynamik zu studiren, um dies Gebiet von da ab nicht mehr zu verlassen, zunächst mit einer Abhandlung über die Beziehungen zwischen den MAXWELL'schen Grundgleichungen und den Grundgleichungen der gegnerischen (d. h. der WEBER'schen und der NEUMANN'schen) Electrodynamik. Es ist dies eine theoretische Leistung ersten Ranges, die vollkommen ebenbürtig seinen späteren Arbeiten auf diesem Gebiete an die Seite zu stellen ist. Bis dahin war der Gegensatz der genannten Theorien immer nur in der Verschiedenheit ihrer Aussagen über das Verhalten ungeschlossener Ströme gesucht worden. HERTZ zeigte, dass man auch innerhalb des Gebietes der gleichförmigen geschlossenen Ströme einen Punkt auffinden kann, von dem aus eine Entscheidung möglich ist. Dieser Punkt ist der Satz von der Einheit der electrischen, sowie der der magnetischen Kraft. Wenn es nur eine einzige electrische Kraft gibt, wenn also die Kraft, mit der eine geriebene Ebonitstange ein electrisch geladenes Hollundermarkkügelchen anzieht oder abstösst, dieselbe ist wie die Kraft, mit der ein bewegter oder sonstwie veränderter Magnet in einem Leiter einen electrischen Strom inducirt, so muss derselbe Magnet auch ein geladenes Hollundermarkkügelchen in Bewegung setzen können; dann muss auch umgekehrt nach dem mechanischen Princip von Wirkung und Gegenwirkung ein electrostatisch geladener Körper auf einen veränderten Magneten ponderomotorisch wirken, und dann muss schliesslich ein veränderter Magnet auf einen anderen veränderten Magneten, abgesehen von der gewöhnlichen magnetischen Wirkung, ponderomotorisch wirken mit einer electrischen Kraft, die von der relativen Bewegung der Magnete bez. von den Veränderungen ihrer Magnetismen abhängt. Nun kennt aber die auf Fernewirkungen aufgebaute Electrodynamik nur solche ponderomotorische Wirkungen zwischen Magneten, die von den Magnetismen selber abhängen, nicht aber von den zeitlichen Veränderungen, und es ergiebt sich also daraus, dass

diese Theorie, von dem eingenommenen Standpunkte aus betrachtet, unvollständig ist. Die Hinzufügung des betreffenden Gliedes ergiebt eine bestimmte Correction, die allerdings nur sehr klein ist, da sie das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit im Nenner enthält. Dabei kann man aber nicht stehen bleiben. Aus einer Correction der ponderomotorischen Wirkungen ergiebt sich nach dem Princip der Erhaltung der Energie mit Nothwendigkeit eine Correction der Inductionswirkungen. Da aber die inducirenden Kräfte mit den ponderomotorischen wesensgleich sein sollen, so folgt wieder eine neue Correction der ponderomotorischen Wirkungen, und so geht der Schluss ins Unendliche weiter. Bringt man jedesmal die betreffende Correction wirklich an, so erhält man, wie ersichtlich, sowohl für die ponderomotorischen, als auch für die Inductionswirkungen electrischer wie magnetischer Art unendliche Reihen, die nach absteigenden geraden Potenzen der Lichtgeschwindigkeit fortschreiten und daher im allgemeinen convergiren. Das Merkwürdige nun ist, dass diese Reihen den von Maxwell für die electromagnetischen Störungen aufgestellten Differentialgleichungen, nach welchen sich diese Störungen mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen, genau Genüge leisten. Diese eigenthümliche Ableitung der Maxwell'schen Theorie aus der Annahme einer unvermittelten Fernewirkung ist natürlich nicht als ein Beweis dieser Theorie anzusehen, weil aus einer ungenauen Annahme kein genaues Resultat zu folgen braucht, aber die Betrachtung hat auch nur den Zweck, zu zeigen, dass die Annahme einer momentanen Fernewirkung, wenn sie auch für langsame Aenderungen eine grosse Annäherung ergiebt, in Strenge unvereinbar ist mit dem durch seine Einfachheit plausibeln Satz von der Einheit der electrischen, sowie der der magnetischen Kraft, während die Maxwell'sche Theorie diese Lücke nicht aufweist. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese Erwägungen schon damals bei Hertz ein erhebliches Gewicht zu Gunsten der Maxwell'schen Theorie in die Schale warfen, wenn es ihm auch, wie wohl jedem deutschen Physiker, nicht leicht geworden sein mag, den Forderungen des Verstandes durch Aufgeben gewohnter Vorstellungen Genüge zu leisten. Um möglichst sicher zu gehen, hat er bekanntlich seine späteren Versuche einstweilen noch vom

Standpunkt der von Helmholtz entwickelten Theorie gedeutet, welche alle anderen Theorien als Specialfälle umfasst. — Ein kurz darauf erschienener Aufsatz lieferte einen kleinen Beitrag zu der damals umstrittenen Frage der Dimensionen der electrischen und magnetischen Grössen.

Trotz der in dieser Kieler theoretischen Periode erreichten Erfolge konnte es nicht fehlen, dass Hertz sich je länger, je lebhafter zurücksehnte nach seiner Lieblingsbeschäftigung: dem Experiment. Er hatte sich in einem sonst unbenutzten Nebenraum seiner Wohnung mit primitiven Mitteln eine Art Laboratorium eingerichtet, und wollte sich eben auch daran machen, mit Erlaubniss und Unterstützung des Directors des Kieler physikalischen Instituts, Gustav Karsten, thermoelectrische Versuche anzustellen, als ihn ein ehrenvoller Ruf selber an die Spitze eines Instituts, am Polytechnikum in Karlsruhe, stellte, wohin er auch alsbald, im Frühjahr 1885, übersiedelte.

In Karlsruhe lernte er die liebenswürdige Tochter Elisabeth seines Collegen, des Geodäten Doll, kennen und führte sie, die jetzt mit zwei unmündigen Töchtern um ihn trauert, bald darauf als Gattin heim. Nun brach für ihn die grosse Epoche seines Lebens an, bezeichnet durch die in eine Reihe von Abhandlungen zerfallende Arbeit über electrische Schwingungen, in welcher er die Natur zu Aeusserungen zwang, die vor ihm kein Mensch wahrgenommen hatte. Es könnte die Frage naheliegend erscheinen, wieviel Antheil an dem Gelingen dieses einzigen Werkes die Anlage und consequente Durchführung eines bewussten Planes, wieviel ein günstiges Zusammentreffen äusserer unvorhergesehener Umstände gehabt habe. Allein abgesehen davon, dass der Versuch eines näheren Eindringens in das Geheimniss jener wundersamen Verkettung von Verdienst und Glück dem Neugierigen selber leicht schlecht bekommt, ist diese Frage hier auch schon deshalb zwecklos, weil sie, soweit sich überhaupt etwas Zuverlässiges darüber sagen lässt, ihre Beantwortung schon durch ihn selber erhalten hat in den Vorbemerkungen zu seinem Buche über die Ausbreitung der electrischen Kraft. Es geht daraus hervor, dass, wie wohl überall bei länger dauernden Unternehmungen, so auch hier, die äusseren Umstände manchmal in günstiger, ebenso oft aber auch in ungünstiger Weise den Fortgang des Werkes begleitet

haben. Letzteres tritt z. B. hervor in den Störungen, welche die zu beobachtenden electrischen Schwingungen durch die umgebenden Körper des Beobachtungsraumes erlitten. Anfangs erwiesen sich diese Störungen der richtigen Deutung der Beobachtungen sehr hinderlich, höchst wahrscheinlich sind sie die Veranlassung geworden zu der einzigen Täuschung von wesentlicherem Belange, die Hertz in diesem zuerst von ihm betretenen Erscheinungsgebiet begegnet ist, nämlich zu der Annahme, dass die electrischen Wellen sich an Drähten langsamer fortpflanzen, als in freier Luft; später wurden dieselben Störungen freilich wieder ein Glück dadurch, dass sie Hertz auf den Gedanken der Erzeugung stehender Wellen durch Reflexion an einer Wand brachten, — eine Idee, die ihm in einem grösseren und freieren Beobachtungsraum vielleicht nicht so bald gekommen wäre. Während also die äusseren Umstände an sich genommen sich in ihren Wirkungen unregelmässig theils zu schwächen, theils zu verstärken scheinen, sodass ihre Summe weder einen negativen noch einen positiven, sondern den Werth Null ergiebt, ist es vielmehr der Intellect, der die Glieder dieser Summe einzeln sich dienstbar macht, der gewissermaassen jedem erst das zweckmässige Vorzeichen giebt, und dadurch dann allerdings ein merklich positives Ergebniss erzielt.

Zur Erschliessung des neuen Erscheinungsgebietes waren hauptsächlich zwei Bedingungen zu erfüllen: einmal die Herstellung von Schwingungen, die so schnell erfolgen, dass ihre Wellenlänge in der Luft bequem messbar wird — denn die bis dahin als die schnellsten bekannten waren die von Feddersen beobachteten, welche immer noch eine Wellenlänge in der Luft von der Grössenordnung eines Kilometers ergeben — und zweitens die Erfindung eines Instrumentes, das zur Analyse dieser Vorgänge dienen kann. Beide Aufgaben löste Hertz in seiner Abhandlung über sehr schnelle electrische Schwingungen, die erste durch die Entdeckung, dass ein zwischen Kugeln überschlagender Entladungsfunke unter Umständen die sehr schnellen Eigenschwingungen des aus den Kugeln und etwaigen Nebenleitungen bestehenden Leitersystems anzuregen vermag — hierin war ihm, ohne dass er es damals wusste, 17 Jahre früher Wilhelm v. Bezold ein Stück voraus-

gegangen — die zweite durch die Entdeckung, dass das Princip der Resonanz auch für diese electrischen Schwingungen verwendbar ist. Sein auf Resonanz abgestimmter secundärer Leiter wurde ihm somit das Instrument, mit dem er das Feld in der Umgebung des primären schwingenden Systems analysirte, und mit der Feststellung der Eigenschaften dieses Feldes war der Weg für alles Folgende im wesentlichen geebnet. Anfangs suchte er sich über die Complicirtheit dieser Eigenschaften dadurch Klarheit zu verschaffen, dass er eine besondere electrodynamische und eine besondere electrostatische Kraft annahm, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen, später erkannte er, dass diese Trennung unnöthig und im allgemeinen sogar unmöglich ist, und dass man mit Maxwell eine vollständige Erklärung aller beobachteten Vorgänge erhält, wenn man nicht mehr von electrostatischer und electrodynamischer, sondern einfach nur von electrischer Kraft spricht. Eine auffallende Nebenerscheinung, nämlich der Einfluss, den der primäre Funke auf das Zustandekommen des secundären hat, führte ihn für kurze Zeit auf einen Seitenweg. Es galt, vor weiteren Schritten das Wesen dieser Erscheinung aufzuhellen. Diese Arbeit, in echt Faraday'schem Geist geschrieben, kann, für sich allein betrachtet, als das Muster der experimentellen Behandlung einer neuen Entdeckung angesehen werden. Nachdem er gefunden, dass es lediglich die ultravioletten Strahlen des primären Funkens sind, welche auf die Stelle des secundären Funkens einwirken, überliess er die weitere Verfolgung dieser Erscheinungen anderen Kräften und schritt wieder auf dem Hauptwege vorwärts.

Uns Allen ist ja noch in frischer Erinnerung, wie nun von Arbeit zu Arbeit in rascher Aufeinanderfolge die Thatsachen sich häuften, die Erkenntniss wuchs. Wir hörten, dass die electrischen Vorgänge in Isolatoren auch electrodynamisch wirksam sind, dass electrodynamische Wellen, die sich in der Luft fortpflanzen, mit solchen, die sich an einem Drahte fortpflanzen, an verschiedenen Stellen in verschiedener Weise interferiren, dass also auch den Luftwellen jedenfalls keine unendliche Wellenlänge, d. h. keine unendliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit, zugeschrieben werden darf, wir vernahmen,

dass man durch Reflexion electrischer Luftwellen an einer leitenden Wand stehende Wellen erhalten und so die Wellenlänge direct messen kann, dass endlich die electrischen Wellen sich ganz nach der Art der optischen Wellen fortpflanzen, den Gesetzen der Reflexion, der Polarisation, der Brechung folgen, dass es, kurz gesagt, gelungen sei, die Lichtwellen mit allen ihren physikalischen Attributen in millionenfacher Vergrösserung in der Natur darzustellen; und der Beweis dafür war geliefert worden durch winzige Fünkchen, die man zum Theil im Dunkeln mit der Lupe beobachten musste, um sie überhaupt wahrzunehmen! Welcher Naturforscher dächte nicht heute noch an das Gefühl bewundernden Staunens, das ihn bei der ersten Kunde von diesen Ereignissen überkommen, einmal über die unermessliche Erhabenheit der Natur, in deren Gesetzen es keinen Unterschied gibt zwischen Gross und Klein, dann aber auch über die gewaltige Abstractionsfähigkeit des Menschengeistes, wie sie nur die schärfste Logik im Bunde mit echt künstlerischer Phantasie erzeugen kann.

Die deutschen Naturforscher haben Hertz ihren Dank dargebracht auf der Versammlung zu Heidelberg im Herbst 1889, wo er einen gemeinverständlichen Vortrag über die Beziehungen zwischen Licht und Electricität hielt. Er verglich darin die Maxwell'sche Theorie mit einer Brücke, die in kühnem Bogen die weite Kluft zwischen dem Gebiet der optischen und der electromagnetischen Erscheinungen, der molecularen und der kosmischen Wellenlängen, überspannt. Durch die schnellen electrischen Schwingungen sei, so führte er damals aus, inmitten dieser Kluft ein neuer fester Grund gewonnen worden, auf welchem sich nun ein sicher fundirter Pfeiler zur weiteren Stütze der Brücke erhebe. Seit jener Zeit ist dieser Pfeiler in vielseitiger gediegener Arbeit erhöht und verbreitert worden, fester und stolzer als je steht heute die Brücke da, schon dient sie nicht mehr, wie früher, blos vereinzelten kühnen Speculanten zu gelegentlichen Ausflügen, nein, sie vermag schon die schweren Lastwagen der exacten Forschung zu tragen, welche ihre Schätze unaufhörlich aus dem einen Gebiet in das andere überführt und dadurch beide bereichert.

Aber nicht allein die Naturforscher, die ganze gebildete Welt diesseits und jenseits des Oceans wandte diesen Versuchen

ihr Interesse zu. HERTZ' Name war bald in Aller Munde, Reden wurden über ihn gehalten, Aufsätze über ihn geschrieben, gelehrte Gesellschaften ernannten ihn zum Mitglied oder verliehen ihm Auszeichnungen, Fürsten wandten ihm ihre Gunst zu, — er aber blieb derselbe, der er war, einfach, gewissenhaft, ein treuer Freund seinen Freunden, ein ergebener und dankbarer Schüler seinen früheren Lehrern; nicht aus kluger Berechnung, sondern aus einer Gesinnung, in welcher höchste Geistes- mit reinster Herzensbildung gepaart ist. Seine Bescheidenheit war der Ausdruck seines natürlichen Wesens, er betrachtete seine Leistungen einfach als die nothwendige Bethätigung eines inneren Triebes, und von etwas Selbstverständlichem pflegt man ja kein Aufhebens zu machen. Kein Wunder, dass einer solchen Gesinnung gegenüber Missgunst und Verkleinerungssucht stets fern geblieben ist. Wenn in seinem äusseren Wesen diese Jahre des Erfolges vielleicht eine Veränderung hervorgebracht haben, so war es die Abnahme einer gewissen Zurückhaltung, die ihm, einer innerlich aristokratischen Natur, im Umgang mit Menschen eigen war, und die nun, entsprechend der vollendeten Reife, einem mehr entgegenkommenden Wohlwollen Platz machte. Herzerhebend und wahrhaft rührend war seine bei alledem kindliche Verehrung für seinen Lehrer HELMHOLTZ, die er bei jeder Gelegenheit immer wieder an den Tag legte, mit einer Genugthuung, die deutlich erkennen liess, dass er es selber als Wohlthat empfand, seine Begeisterung für die Würde und für die Wahrhaftigkeit seiner Wissenschaft in eine persönliche Form kleiden zu können. Ihr hat er auch noch während seines letzten Berliner Aufenthalts, bei der HELMHOLTZ-Feier im November 1891, als er auf dem Festbankett im Kaiserhof im Namen der Schüler sprach, beredten Ausdruck gegeben. Jedoch in wissenschaftlichen Fragen kannte er keine Rücksicht auf Persönlichkeiten, da gab es für ihn nur Thatsachen und Gründe, mochten sie kommen woher sie wollten. Der gelehrtesten wie der naivsten Bemerkung gegenüber, sofern sie ernst gemeint war, hatte er immer dasselbe sachliche Wohlwollen. Nur gegen eine leider nicht seltene, wenn auch bequem und schnell arbeitende Forschungsmethode konnte er scharf und intolerant werden: die Unklarheit.

Im Jahre 1889 wurde HERTZ auf den Lehrstuhl von

Clausius nach Bonn berufen. Seine neue Stellung legte ihm zunächst Pflichten der verschiedensten Art auf. Im Bonner physikalischen Institut war eine durchgreifende Reorganisation nothwendig, die Räume mussten erweitert, neue Apparate angeschafft, die Arbeiten der Praktikanten neu geregelt werden. Von welchen Erfolgen seine praktische Thätigkeit dortselbst begleitet war, das bezeugen eine Reihe werthvoller Arbeiten, die in jener Zeit unter seiner Leitung aus dem Institut hervorgingen. Doch auch er selber fand inmitten seiner Lehrthätigkeit immer noch Zeit, sich der wissenschaftlichen Forschung zu widmen. Nachdem er schon früher durch besondere Versuche den directen Nachweis geführt hatte, dass seine electrischen Wellen, falls sie durch Drähte fortgeleitet werden, sich durchaus nicht innerhalb des Metalls, sondern ausschliesslich in der die Drähte umgebenden Luft fortpflanzen, konnte er später ausser den electromotorischen auch die mechanischen Wirkungen dieser Wellen zum Augenschein bringen. Eine weitere Untersuchung widmete er neuerdings den Kathodenstrahlen, für welche sich merkwürdigerweise dünne Metallschichten noch als durchlässig erwiesen, wenn sie Lichtstrahlen schon vollständig absorbirten, während andererseits durchsichtige Substanzen für die Kathodenstrahlen ganz undurchdringlich waren. Hauptsächlich aber beschäftigte er sich nun mit dem theoretischen Ausbau der Maxwell'schen Theorie, wobei ihm ein Colleg, das er gleichzeitig über dasselbe Thema las, willkommene Anregung gewährte. Sein Bestreben ging dahin, im Gegensatz zu Maxwell's eigener Darstellung, von vornherein alle diejenigen Begriffe aus der Theorie zu entfernen, die für die erschöpfende Beschreibung der physikalischen Vorgänge nicht nothwendig sind, sondern nur zur Erleichterung der Vorstellung oder der Rechnung gedient haben. So behielt er im ganzen nur zwei Variable übrig: die electrische Kraft und die magnetische Kraft, welche in jedem Augenblick den electromagnetischen Zustand eines Raumelementes vollkommen bestimmen und deren Veränderungen durch gewisse Differentialgleichungen aneinandergeknüpft sind, in welchen ausser einigen Constanten sonst nur die Differentiale von Ort und Zeit vorkommen. Für die wichtigsten Erscheinungen in ruhenden Körpern ergiebt sich auf diese Weise ein einfaches System von Gleichungen, für

bewegte Körper dagegen erhebt sich noch die Frage, ob der Geschwindigkeitszustand der Materie an jedem Ort durch die Geschwindigkeitscomponenten der ponderablen Materie vollständig bestimmt ist, oder ob man dem Lichtäther von vornherein noch eine besondere Geschwindigkeit zuschreiben muss. Manche Thatsachen scheinen ja auf ein solches selbständiges Verhalten des Aethers hinzudeuten, indessen sind dieselben bisher noch viel zu wenig erforscht, um einen sicheren Anhaltspunkt für eine solche Annahme zu gewähren, und Hertz hat sich demgemäss auch entschlossen, davon ganz abzusehen und die Bewegung des Aethers als durch die der ponderablen Materie mitbestimmt anzunehmen. Dann fällt seine Geschwindigkeit aus der Theorie ganz fort, und man braucht überhaupt nicht von Aether zu reden. So bieten diese Gleichungen, wenn auch vielleicht keine vollständige, so doch eine innerlich zusammenhängende Darstellung der electromagnetischen und optischen Erscheinungen, und mancher Theoretiker wird noch lohnende Arbeit darin finden können, die Fülle der in ihnen enthaltenen Sätze in einzelnen Gebieten weiter zu verfolgen. Nur für die Klasse der electrochemischen Erscheinungen scheint die Maxwell'sche Theorie den anderen Electricitätstheorien nicht in entsprechender Weise überlegen zu sein. Hertz hat daher dies Gebiet nur kurz berührt; er war, wie er mir einmal schrieb, hierin noch nicht zu einer befriedigenden Anschauung gekommen. Es bestätigt sich auch hier wieder die schon öfters gemachte Erfahrung, dass die vollständig erschöpfende Darstellung einer Erscheinung nur dann möglich ist, wenn dieselbe sich in Dimensionen abspielt, für welche die Körper noch als stetig angenommen werden können, während bei Vorgängen in der Molecularwelt immer noch ungelöste Fragen zurückbleiben.

Diese Forschungen und das Bedürfniss, einen noch höheren Standpunkt für seine Naturauffassung zu gewinnen, trieben seinen rastlosen Geist weiter zur Beschäftigung mit den allgemeinen Principien der Mechanik. In diesem Werke, welches er noch am Ende des vergangenen Jahres, mit dem Aufgebot seiner letzten Körperkräfte. vollendet hat, wird er bald noch einmal zu den Fachgenossen reden. Aber auch hierbei blieb er nicht stehen. Er plante wieder neue Experimente, diesmal mit

Strömen von ausserordentlich hoher Spannung, sodass die Seinen schon etwas besorgt waren wegen der damit verbundenen Gefahr.

Es sollte anders kommen. Zum ersten Mal im Sommer 1892 zeigten sich bei ihm, der sich bis dahin einer guten Gesundheit zu erfreuen hatte, eigenthümliche Krankheitserscheinungen, bestehend aus Anschwellungen der Nase und Schmerzen im Ohr, vielleicht im Zusammenhange mit einem kariös gewordenen Zahn. Während das Leiden zunächst als ein harmloses behandelt wurde, wollte es sich doch nicht definitiv bessern, sondern die Beschwerden steigerten sich mit der Zeit, sodass schliesslich eine Operation hinter dem Ohre nöthig wurde, welche zur Beseitigung einer im Felsenbein entstandenen Eiteransammlung führte. Damit hoffte man das Uebel entfernt zu haben, allein das Gift blieb im Körper zurück, es bildeten sich wieder neue Eiterherde; auch spätere Operationen am Oberkiefer verschafften zwar jedesmal vorübergehende Erleichterung, konnten aber den Krankheitsprocess nicht zum Stillstand bringen. Ein Aufenthalt an der Riviera im Frühjahr, ein anderer in Reichenhall im Herbst vorigen Jahres, stärkten ihm immer wieder Körperkraft und Lebensmuth. Ueberall nahmen die Freunde und Fachgenossen herzlichen Antheil an seinem Ergehen, und freudig wurde allemal eine bessere Nachricht begrüsst. Doch beim Beginn des Winters begannen wieder beunruhigendere Gerüchte zu cursiren; nur ungern und im Flüsterton wurde im Kreise seiner Freunde davon gesprochen; man wollte, man konnte nicht an die Möglichkeit des Allerärgsten glauben. Und doch haben dieselben Naturgewalten, die sich ihm einst offenbaren mussten, weil er ihre unabänderlichen Gesetze durchschaut hatte, nun nach ebenso unerbittlichen Gesetzen das Leben von ihm gefordert und mit ihm alle in seinem Hirn noch schlummernden Kräfte ohne Erbarmen zerstört. Am 7. December war er genöthigt, die bis dahin mit dem grössten Energieaufwand fortgesetzten Vorlesungen zu unterbrechen, die letzten Wochen brachte er unter steigenden, zuletzt unsäglichen Schmerzen und immer bei klarem Bewusstsein hin, bis ihn endlich der erste Tag des neuen Jahres von seinen Leiden erlöste. Eine Obduction ward nicht vorgenommen, die Aerzte haben Blutvergiftung als Todesursache bezeichnet.

Sein Lebenswerk liegt nun abgeschlossen; keinen einzigen Satz wird er ihm selber mehr hinzufügen. Fortan wird die Wissenschaft ohne ihn fortschreiten; was ihm vielleicht noch zu finden vergönnt gewesen wäre, das werden — daran ist kein Zweifel — früher oder später andere finden. Aber keiner, der je auf seinen Gebieten arbeitet, wird sich seinem Einflusse entziehen können, tausendfältig, wie die Früchte seines Wirkens, sind die Keime, die er in seinen Schriften niedergelegt hat und die sich auf dem rechten Boden zu neuen Trieben entwickeln können. Ausgesprochen oder unausgesprochen wird der Name Hertz als der ersten einer gegenwärtig sein, solange überhaupt electrische Schwingungen von Menschen wahrgenommen werden. Wir aber, die physikalische Gesellschaft, wir werden uns an dem Glanze dieses Namens freuen, ja wir werden selber eigenen Antheil daran haben; denn er war unser.

HAMILTON, W. ROWAN, Elemente der Quaternionen. Deutsch von Dr. Paul Glan. 2 Bände. 1882—1884. M. 34.—

Hamilton's Elements of Quaternions ist bekanntlich das grundlegende und zugleich das ausführlichste und am leichtesten verständliche Werk über diesen wichtigen Zweig der höheren Mathematik. Der Uebersetzer hat das Werk in zwei Bände getheilt, um es handlicher zu machen, und zwar enthält der I. Band die vollständige Theorie der Quaternionen mit zahlreichen erläuternden Beispielen, der II. eine systematische Durcharbeitung der Geometrie mittelst der Quaternionen-Rechnung, sowie einige Abschnitte der Physik und der Mechanik.

HECHT, B., Anleitung zur Krystallberechnung. VI und 76 Seiten mit einer Figurentafel u. 5 a. Pauspapier gedruckt. Hilfsprojectionen. 1893. M. 3.—

Die vorliegende Anleitung, für Studirende bestimmt, giebt nach der vom Verfasser herrührenden Methode die allgemeine Lösung der bei der Krystallberechnung auftretenden Aufgaben an und zeigt damit einen Weg, der in jedem Falle zum Ziele führen muss.

HELMHOLTZ, H. v., Wissenschaftliche Abhandlungen. 2 Bände. Mit Porträt und 8 lithographisch. Tafeln in Leinen gebunden unbeschnitten M. 40.— (I. Band VIII, 938 Seiten. 1882. M. 20.—. II. Band VIII, 1021 Seiten. 1883. M. 20.—. III. Band unter der Presse.)

Die wissenschaftlichen Arbeiten von Helmholtz sind von beträchtlichem Einfluss auf den Entwickelungsgang der theoretischen Physik unserer Zeit gewesen. Durch die Vereinigung der seiner Zeit als Einzeldrucke oder in verschiedenen wissenschaftlichen Zeitschriften erschienenen Arbeiten in gleichmässigem modernen Wiederabdruck werden dieselben der wissenschaftlichen Welt bequem zugänglich gemacht. —
Die Seitenzahlen der Originaldrucke sind am Rand beigefügt, sodass Citate derselben auch in der vorliegenden Ausgabe nachgeschlagen werden können.

HEYDWEILLER, A. D., Hülfsbuch für die Ausführung elektrischer Messungen. VIII, 262 Seiten mit 58 Figuren. 1892. geh. M. 6.—, geb. M. 7.—

Das Buch wird Jedem willkommen sein, der, sei es zu rein wissenschaftlichen Zwecken, sei es bei praktischem Bedarf mit elektrischen Messungen zu thun hat. Es enthält wohl alle Methoden, die in neuerer Zeit bekannt geworden sind. Dabei ist auf Fehlerquellen und Korrektionen besondere Rücksicht genommen.

HOPPE, EDM., Geschichte der Elektricität. 642 Seiten mit Figuren. 1884. M. 13.50

Auf eigenen Quellenstudien des Verfassers beruhendes, daher in allen Angaben und besonders auch in den Citaten zuverlässiges Werk; dasselbe ist aus öffentlichen Vorträgen entstanden und für jeden einigermassen physikalisch Gebildeten gut verständlich.

—— ——, **Lehrbuch der Physik für höhere Lehranstalten.** IV, 130 Seiten mit einer Karte. 1894. geh. M. 2.20, cart. M. 2.40

Das Buch ist für alle Arten höherer Schulen gedacht, vom ersten Unterricht in der Physik an bis zum Schluss.

KIRCHHOFF, G. R., Gesammelte Abhandlungen. VIII, 641 Seiten mit Portrait und 2 lithograph. Tafeln. 1882. In Leinen geb. unbeschnitt. M. 15.—
Dazu: **BOLTZMANN, L., Nachtrag.** 137 Seiten mit einer Tafel. 1892. M. 3.60

Die Sammlung enthält Aufsätze aus dem Gebiete der Lehre von der Elektricität und vom Magnetismus, über Elasticität, Optik, Hydrodynamik, Wellentheorie, Wärmetheorie und über Emission und Absorption von Licht und Wärme und schliesst mit den berühmten Abhandlungen über Spektralanalyse. Der von Boltzmann nach Kirchhoff's Tode zusammengestellte Nachtrag bildet die willkommene Ergänzung zu dem Hauptwerke.

Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig.

LOHRMANN, W. G., Mondkarte in 25 Sektionen und 2 Erläuterungstafeln. ... wohlfeile Ausgabe herausg. von Dr. J. F. Julius Schmidt, mit ... Vorworte von Dr. H. Ebert. 27 Kupfertafeln 4° und Text ... 54 Seiten 4°. 1892. M. 2...

Die von Lohrmann selbst noch vollständig für die Reproduktion mit der Feder ... gearbeiteten Blätter sind außerordentlich sorgfältig in Kupfer gestochen und machen infolge der hierdurch bedingten Schärfe und Klarheit aller Formen einen technisch ... Eindruck, als die lithographischen Blätter von Neison und Mädler oder als die Karte ... ...midt's.

In allgemein verständlicher Sprache, ohne mathematische Formeln und ohne F... gegebene Darstellung der Lehre vom Licht. Nur wer seine Wissenschaft in allen Theilen so beherrscht wie Stokes, kann einen so schwierigen Gegenstand in dieser meisterhaften Weise gemeinverständlich behandeln. — Allen physikalisch Gebildeten wird das Buch eine ebenso werthvolle als anregende Lektüre sein.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.





